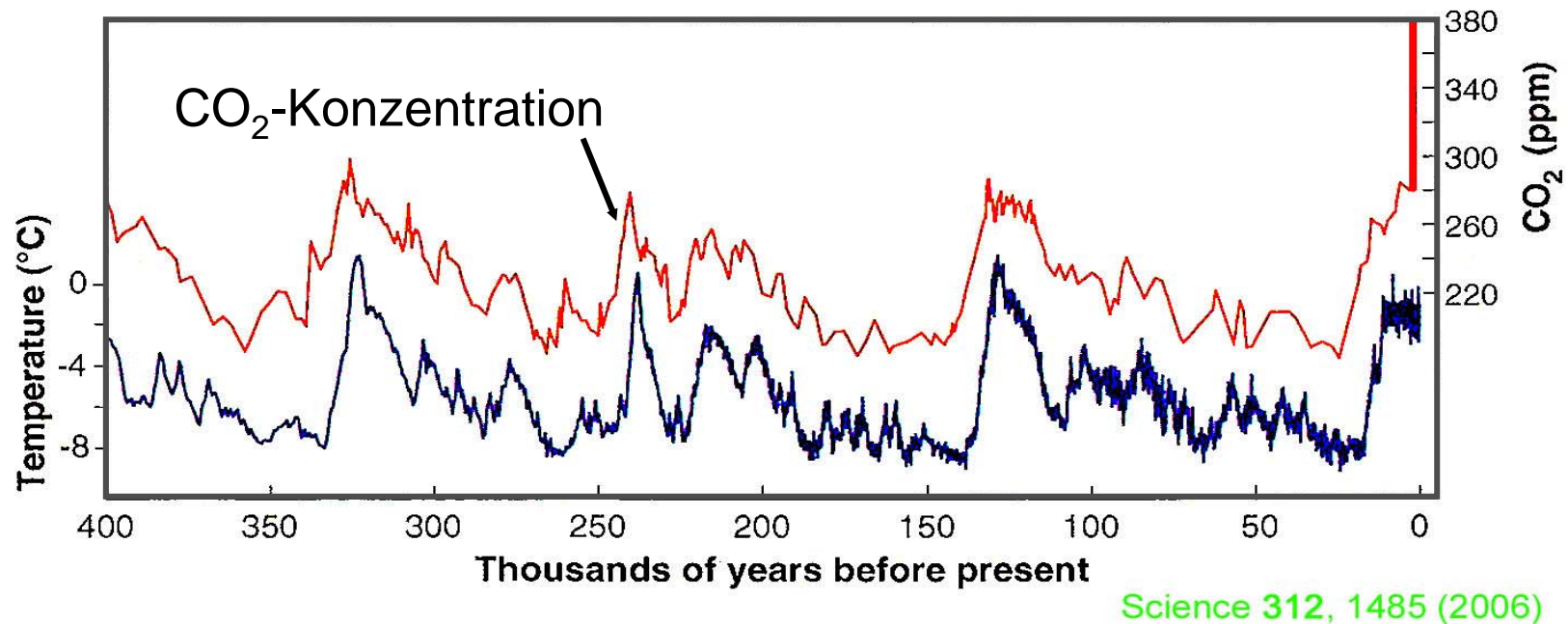


Potenzial solarthermischer Energienutzung

Wolfgang Schölkopf

Vortragsgliederung

- **Motivation**
- **Solare Strahlung**
- **Solarthermische Energiekonversion in Mitteleuropa**
- **Solarthermische Kraftwerke**

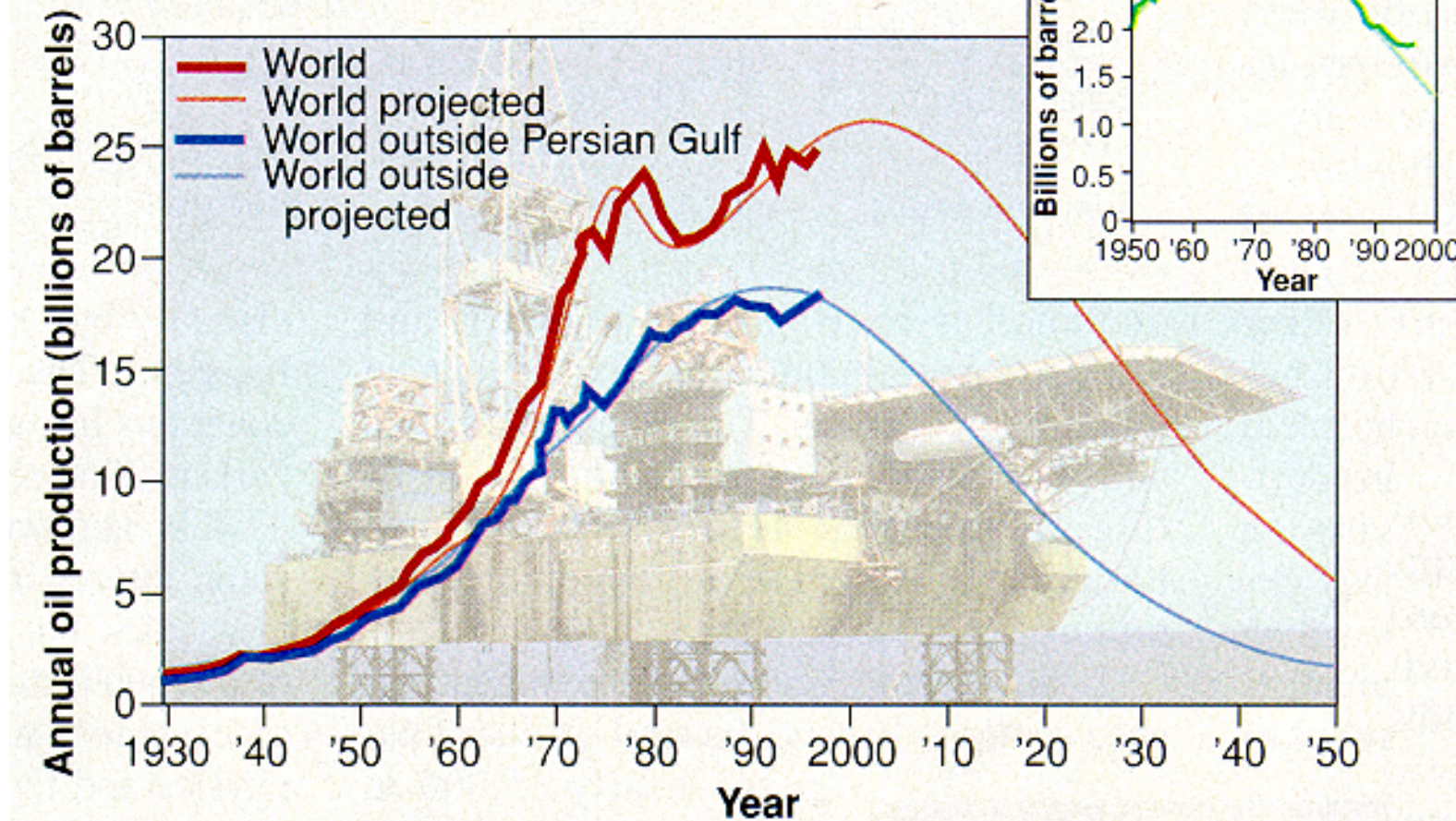


CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bis zum Jahr 1800 zwischen 210-280 ppm
aktuelle Konzentration (2005) 381 ppm mit stark steigender Tendenz

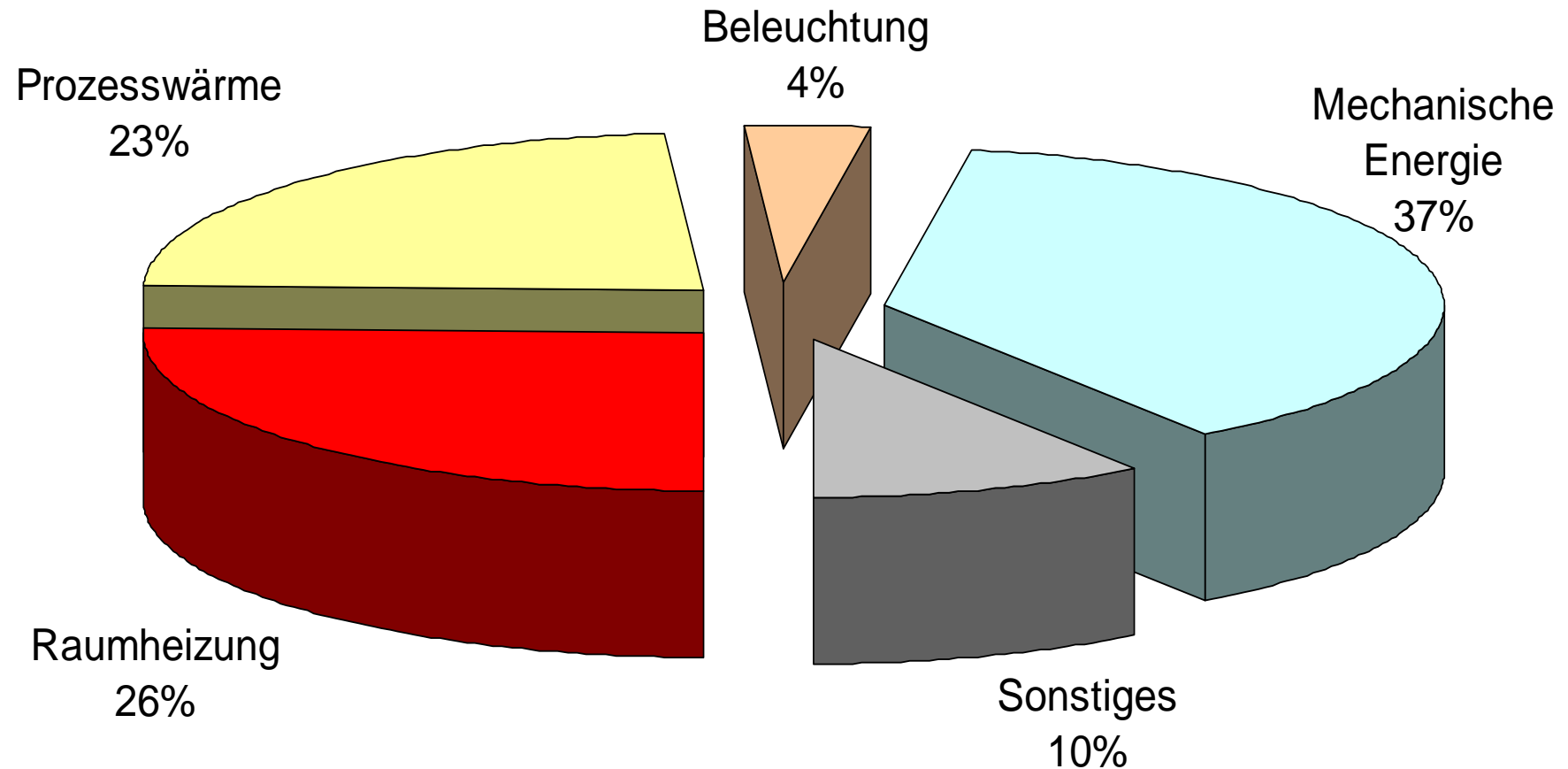
→ **prognostizierter globaler Temperaturanstieg bis 2100 zwischen 1,4 - 5,8 K**

Sichere Energieversorgung

Crude accounting. U.S. oil production in the lower 48 states (upper right) peaked in 1970, as predicted by a bell-shaped curve, but will the world follow suit?

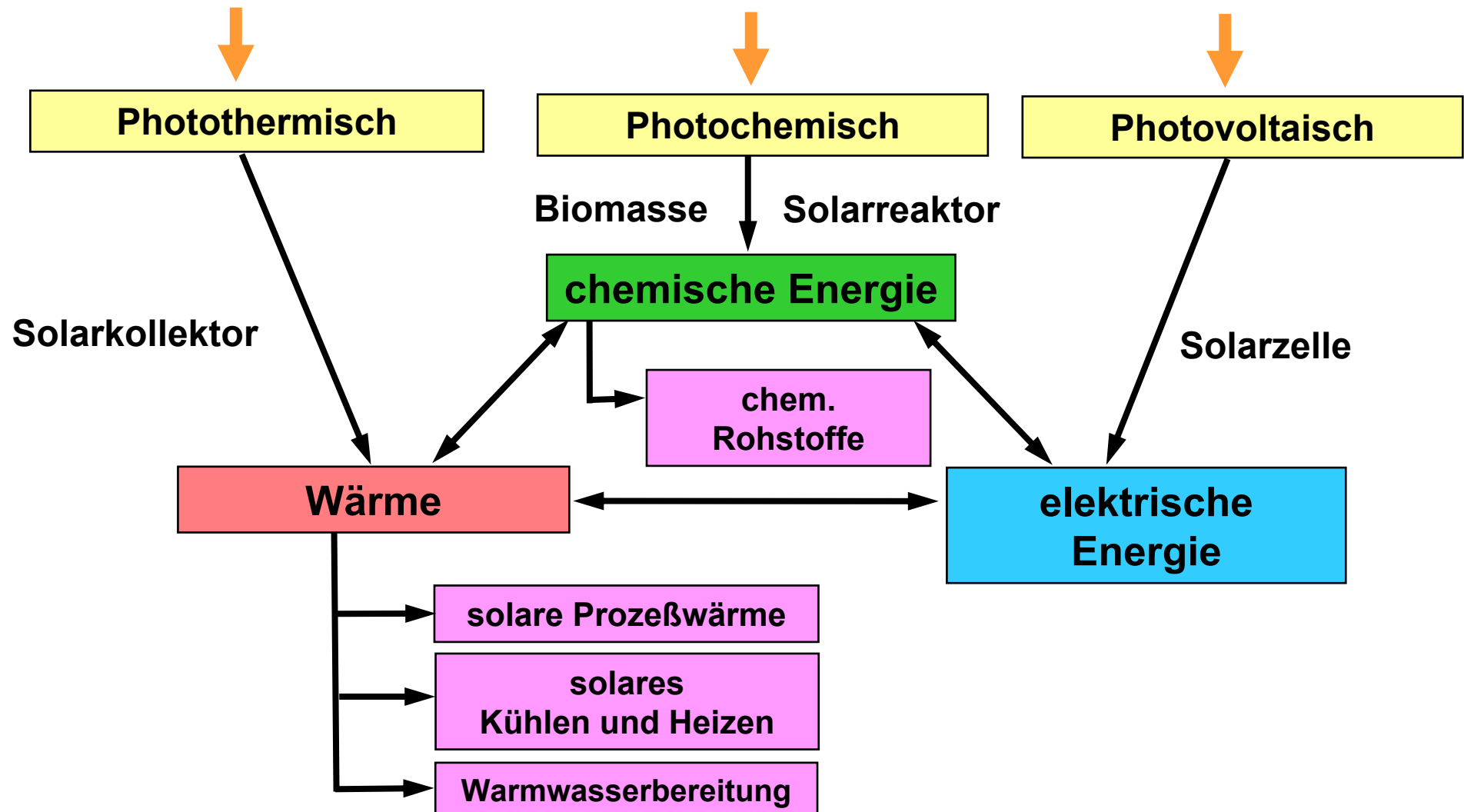


Primärenergieeinsatz BRD 2005

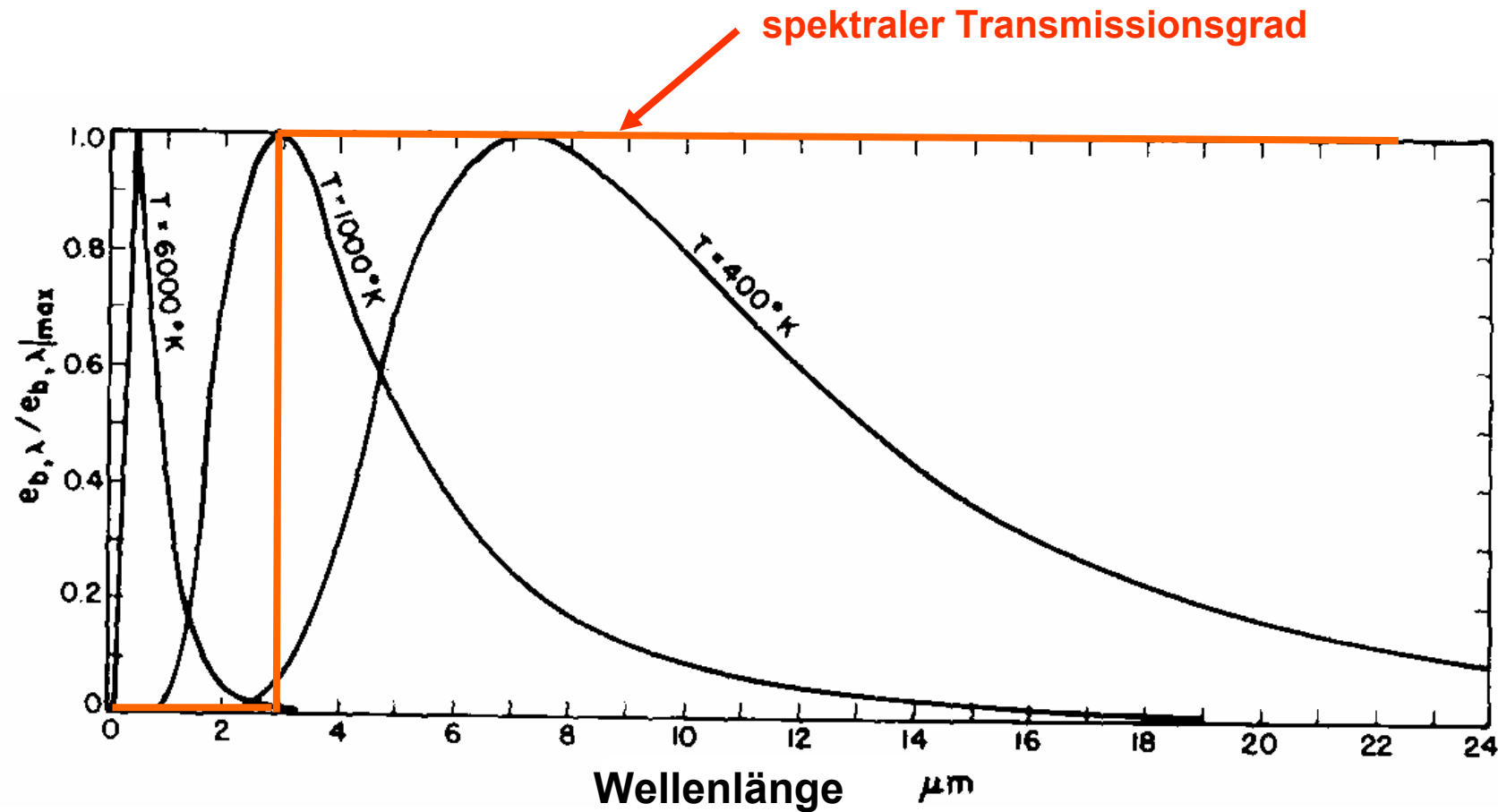


100% = 14.238 PJ (3.955 Milliarden kWh)

Konversionspfade solarer Energie



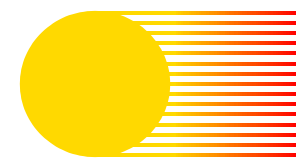
Glashaus-Effekt



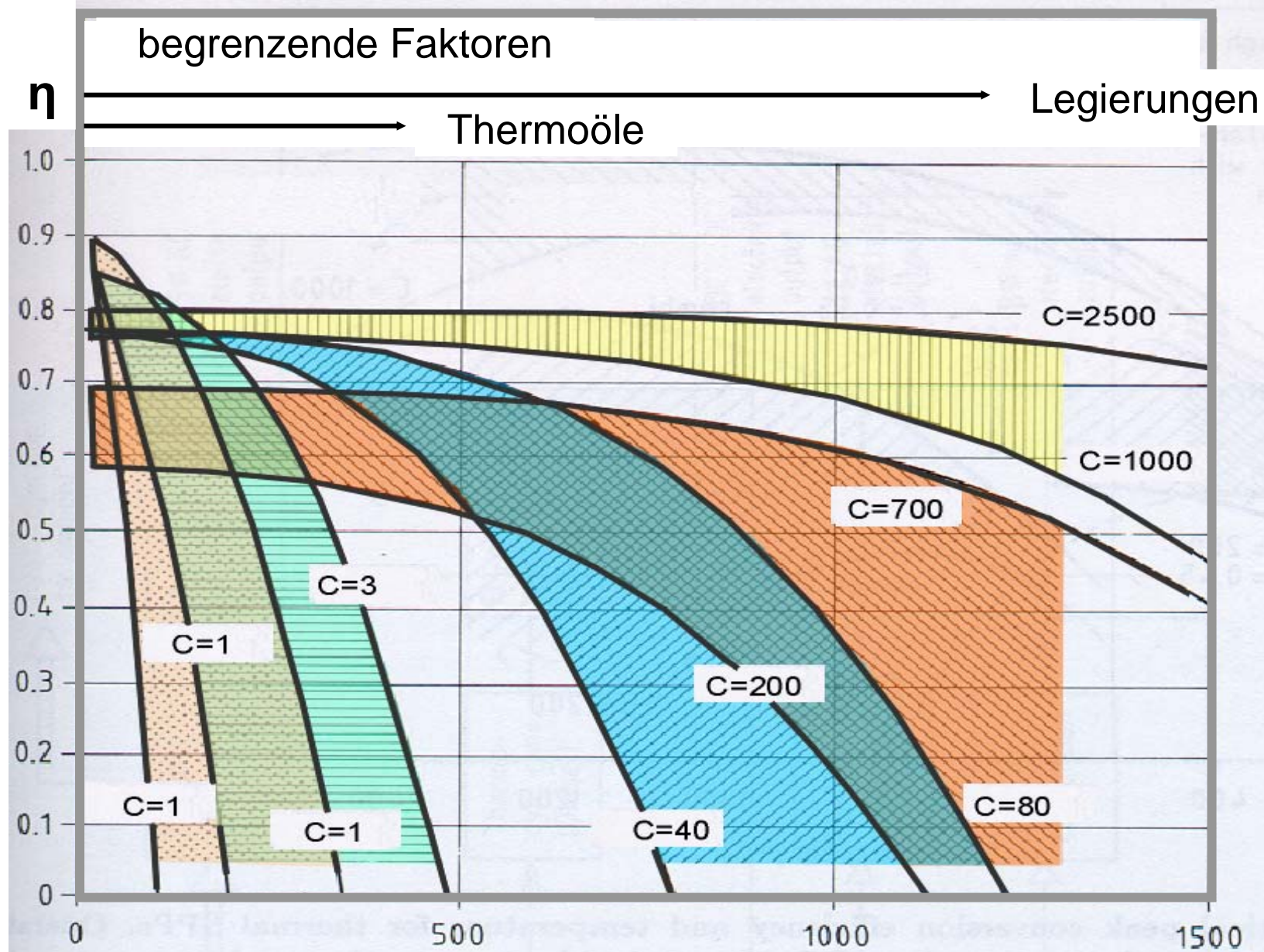
Gängige Kollektortypen

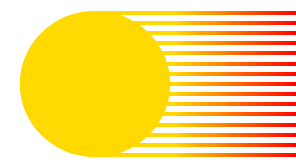
			
Typ	Flachkollektor	Vakuumröhren-Kollektor ETC	Parabolrinnen- kollektor
Arbeits- temperatur	bis 80 °C	bis 150 °C	200 - 500 °C
Arbeits- medium	Wasser-Glycol Gemisch	Wasser-Glycol Gemisch	Thermoöl, Dampf, Salze

Konzentration solarer Strahlung



ZAE BAYERN



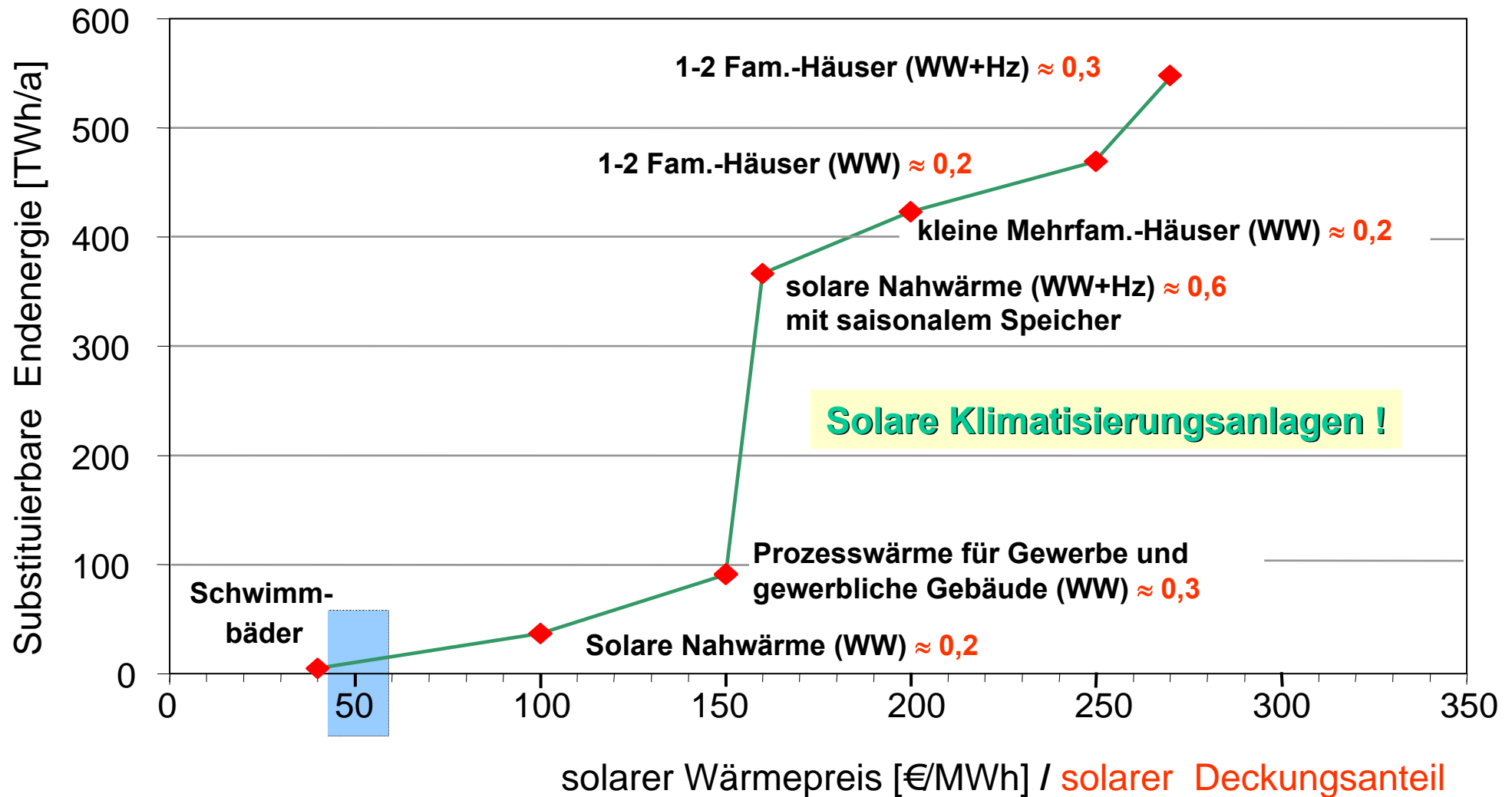


ZAE BAYERN

Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung



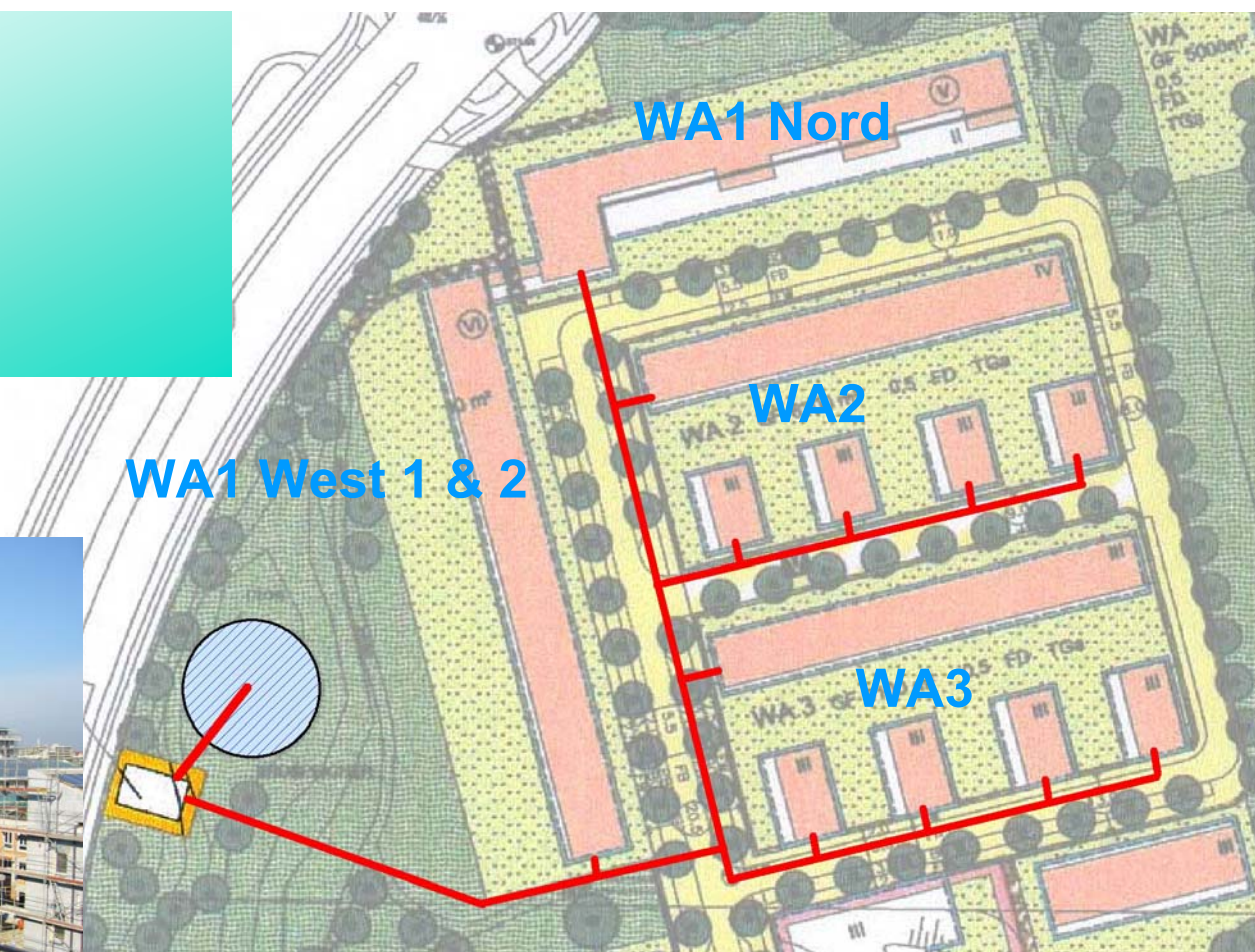
Substitutionspotenzial von NT-Wärme in der BRD



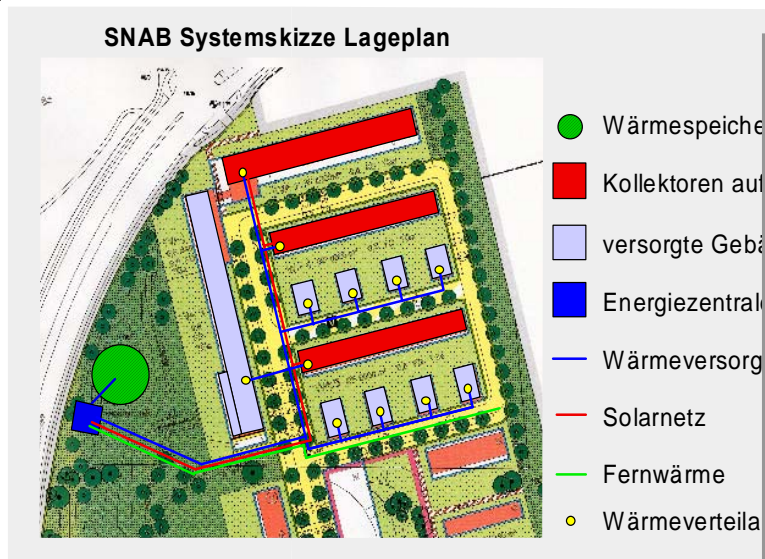
Bebauungsplan

Gebäudedaten:

4 Geschosswohnungsbauten
8 Mehrfamilienhäuser
330 Wohnungen
BGF ~ 30.500 m²



Solaranlage mit saisonalem Speicher



- Kollektorfläche: 3.086 m² brutto,
Apertur: 2.915 m²
- verteilt auf 3 Gebäude
- Großflächenkollektor
Teufel & Schwarz, Going, Österreich
- Solar-Sammelnetz (Sole) zwischen
Kollektor und Heizzentrale
- Saisonaler Speicher 6.000 m³ Wasser

Solare Nahwärme München /Ackermannbogen



Saisonaler Speicher

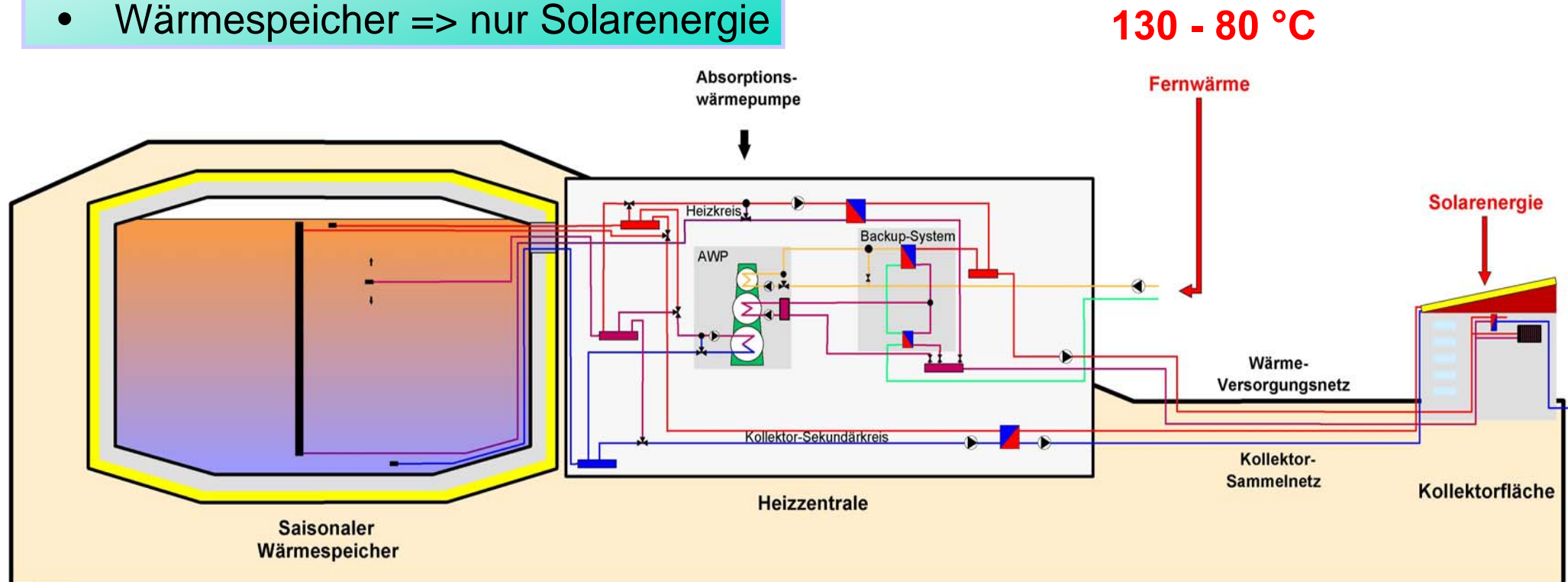
**6.000 m³ Betonbehälter
mit Edelstahlauskleidung**

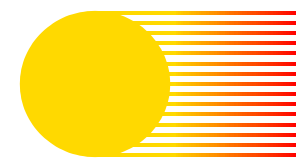
**Betriebsbereich:
95 - 10 °C**

Anlagenschema

Konzept:

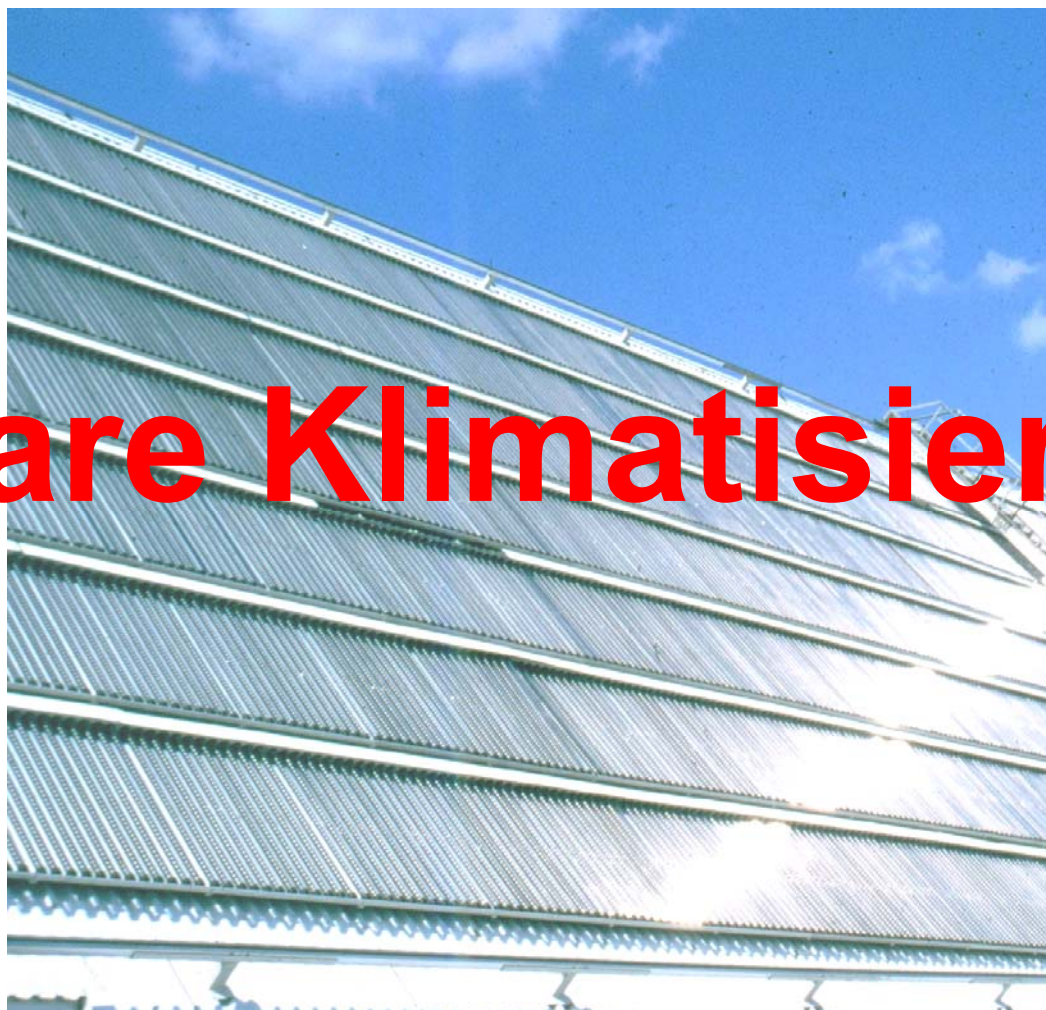
- FW Heißwasser
- FW-Anschlussleistung => 1.600 kW
- Wärmespeicher => nur Solarenergie





ZAE BAYERN

Solare Klimatisierung



Solare Klimatisierung

Solare Kühlung IHK südlicher Oberrhein



80 m² Flachkollektoren
DEC-System

Kühlen ein Stockwerk
IHK in Freiburg

COP = 0,7

Solare Klimatisierung

zweistufige solare Absorptionskältemaschine
Sacramento, Kalifornien



ZAE BAYERN



Auslegung

Installationsjahr

100 m² Aperturfläche

Vakuumröhrenkollektoren

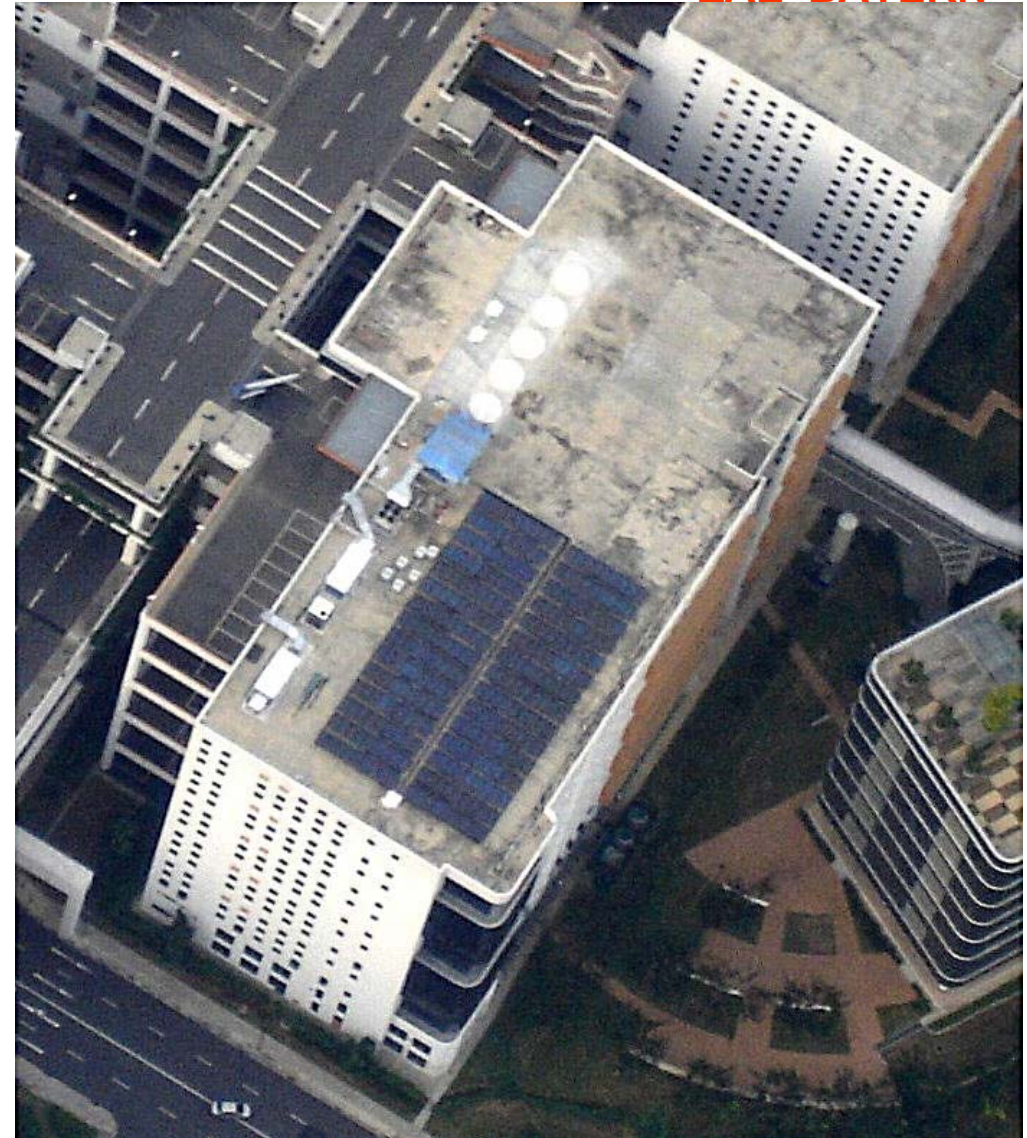
180 °C Betriebstemperatur

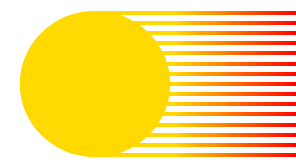
60 kW Kühlleistung

COP = 1,2

Solar betriebene Luftentfeuchtung

350 kW Luftentfeuchtung mit
550 m² Flachkollektoren
in Singapur



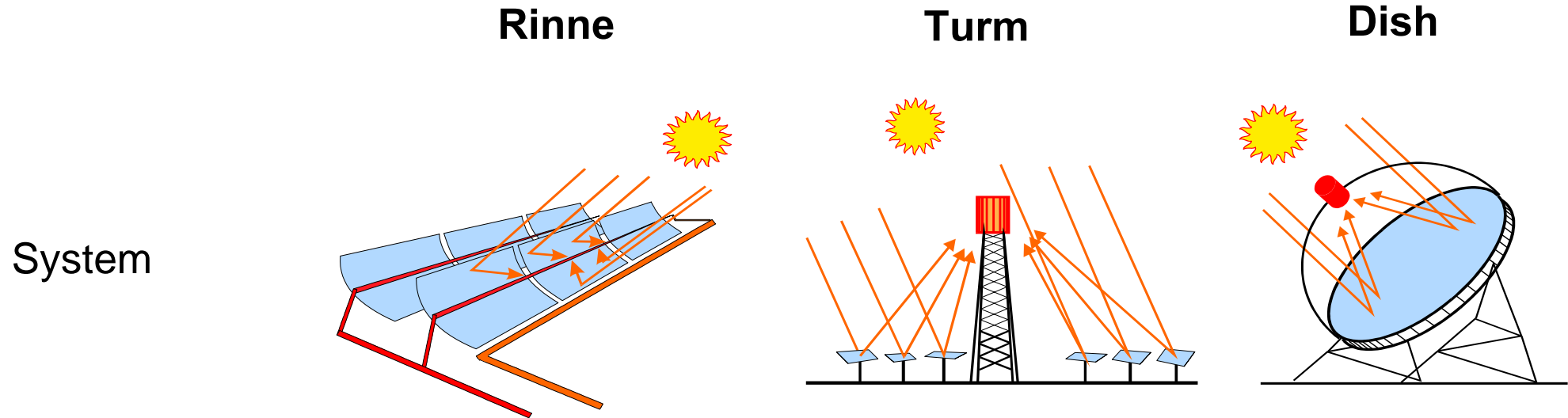


ZAE BAYERN

Solarthermische Kraftwerke



Solare Kraftwerke im Vergleich



Leistung	30-320 MW	10-200 MW	5-25 kW
Temperatur	400 °C	700 °C	750 °C
η -Designpunkt	20 %	23 %	30 %
η -Jahresmittel	11-16 %	7-20 %	12-25 %

Solare Experimentierplattform Almeria PSA /Spanien



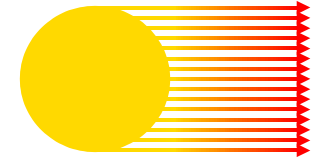
Parabolrinnen-Feld zur Erprobung neuer Systemkonzepte und Wärmeträger für solare Prozesswärme



Demonstrationskraftwerk zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme

Hybride (solar + fossile) Konzepte ermöglichen dezentrale Anlagen für Stromerzeugung und Prozesswärme

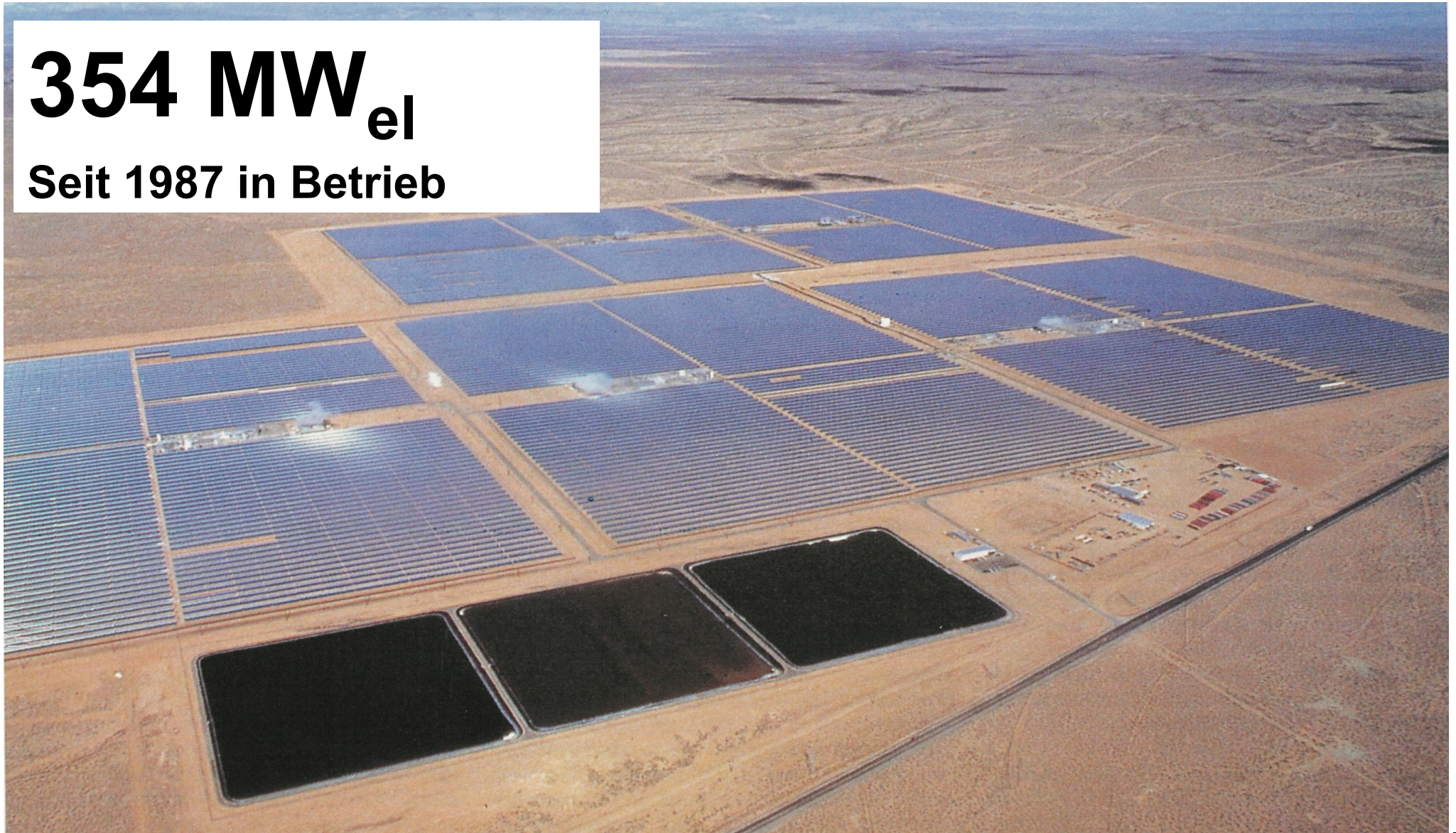
Solar Generation Systems SEGS



ZAE BAYERN

354 MW_{el}

Seit 1987 in Betrieb

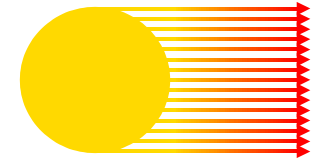


Kommerzielle Solarkraftwerke in Kalifornien



SEGS	Inbetrieb- nahme	Leistung [MWel]	η Turbine		Gepl. jährl. Strom- prod. [MWh]
			solar	fossil	
I	1985	13,8	31,5	-	30 100
II	1986	30	29,4	37,3	80 500
III	1987	30	30,6	37,4	91 820
IV	1987	30	30,6	37,4	91 820
V	1988	30	30,6	37,4	92 780
VI	1989	30	37,5	39,5	90 850
VII	1989	30	37,5	39,5	92 646
VIII	1990	80	37,6	37,6	252 750
IX	1991	80	37,6	37,6	256 125

Kramer Junction – Feldtest mit SCHOTT-Receivern

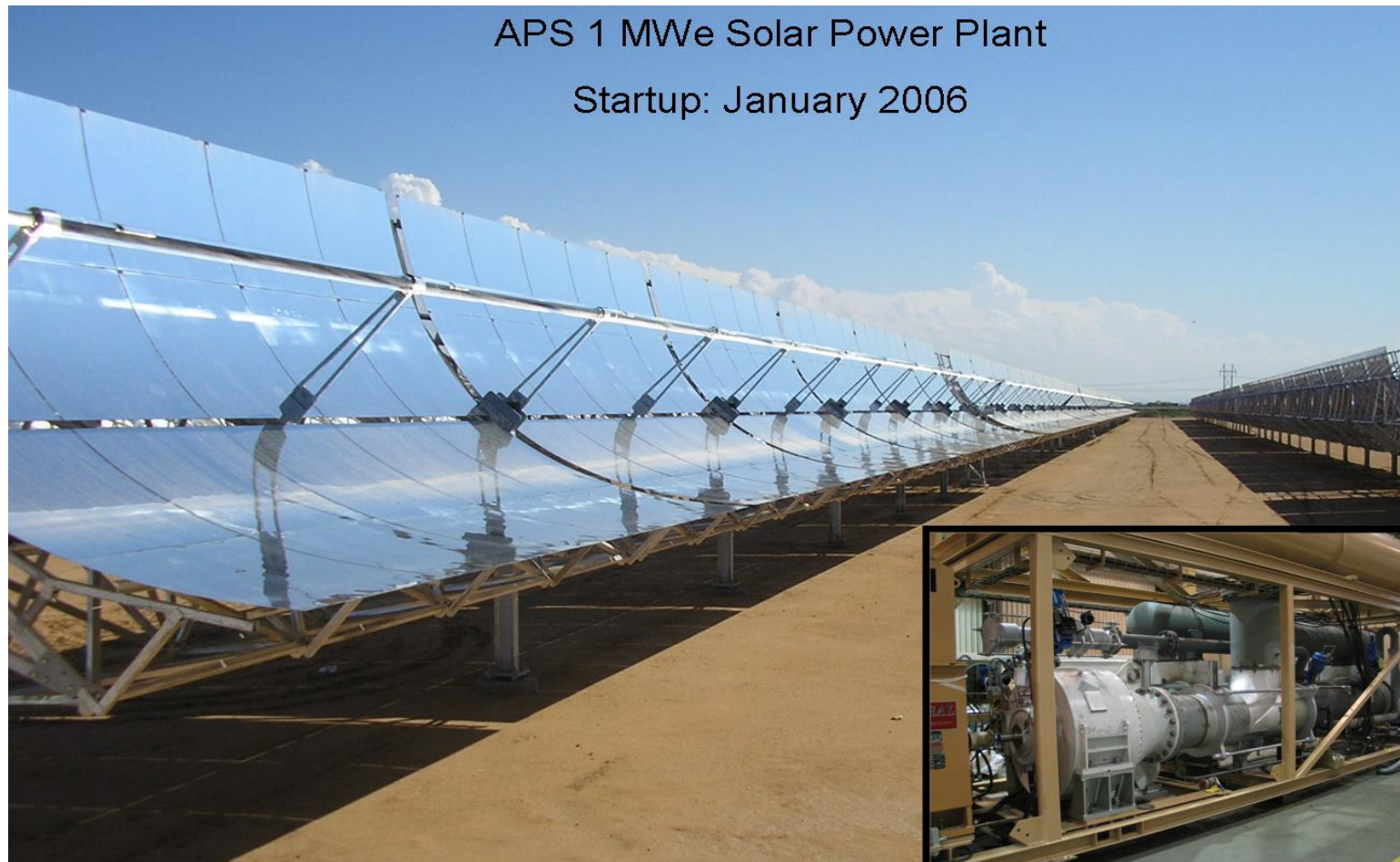


ZAE BAYERN

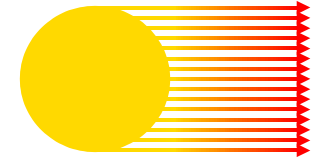


APS 1 MW Solarkraftwerk

Parabolrinnenkraftwerk mit ORC-Turbine, Receiver von SCHOTT
gebaut von SolarGenix,
Standort: Red Rock, Arizona, Betreiber Arizona Power Services



Nevada Solar One



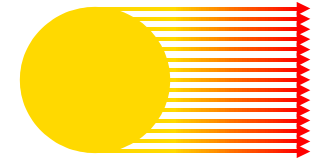
ZAE BAYERN

- 64 MW_{el}
- Baubeginn: Februar 2006,
am Netz bis Juni 2007



Boulder City, NV

Nevada Solar One – Status Mitte 2006



2005 „Global Market Initiative“



Ziel: Markteinführung solarthermischer Kraftwerke im Sonnengürtel der Erde

1. Innerhalb von zehn Jahren wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit von solarthermischem Strom mit fossil erzeugtem Strom
2. Errichtung von solarthermischen Kraftwerken mit einer Kapazität von 5.000 MW bis 2015
3. Förderung der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien durch Gesetze, Anreizprogramme, CO₂-Zertifikate und multilaterale Finanzprogramme

[Schott Memorandum zur solarthermischen Kraftwerkstechnologie, 2005]

[Szodruch, DLR Sonderheft Solarforschung, 2005]

Vorreiter Spanien



Einspeisevergütung (Real Decreto 436/2004)
solarthermische Kraftwerke < 50MW (200 MW)

Average Reference Tariff (ART) 7,2 €ct/kWh

Stromversorger

Für 25 Jahre 300 % of ART

Ab dem 26. Jahr 240%

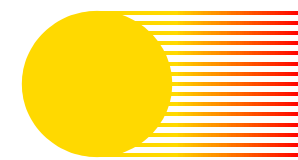
Erlaubte Gaszufuhr 12%

1. Vorhersageverpflichtung:
Anlagen müssen mindestens 30 Stunden vor Tagesbeginn die Stromeinspeisung für den Tag in stündlicher Auflösung festlegen
2. Revision der Einspeisevergütungssätze für neue Anlagen:
2006, dann alle vier Jahre

Solarthermische Kraftwerke in Spanien



Solarthermische Kraftwerke in Spanien



ZAE BAYERN

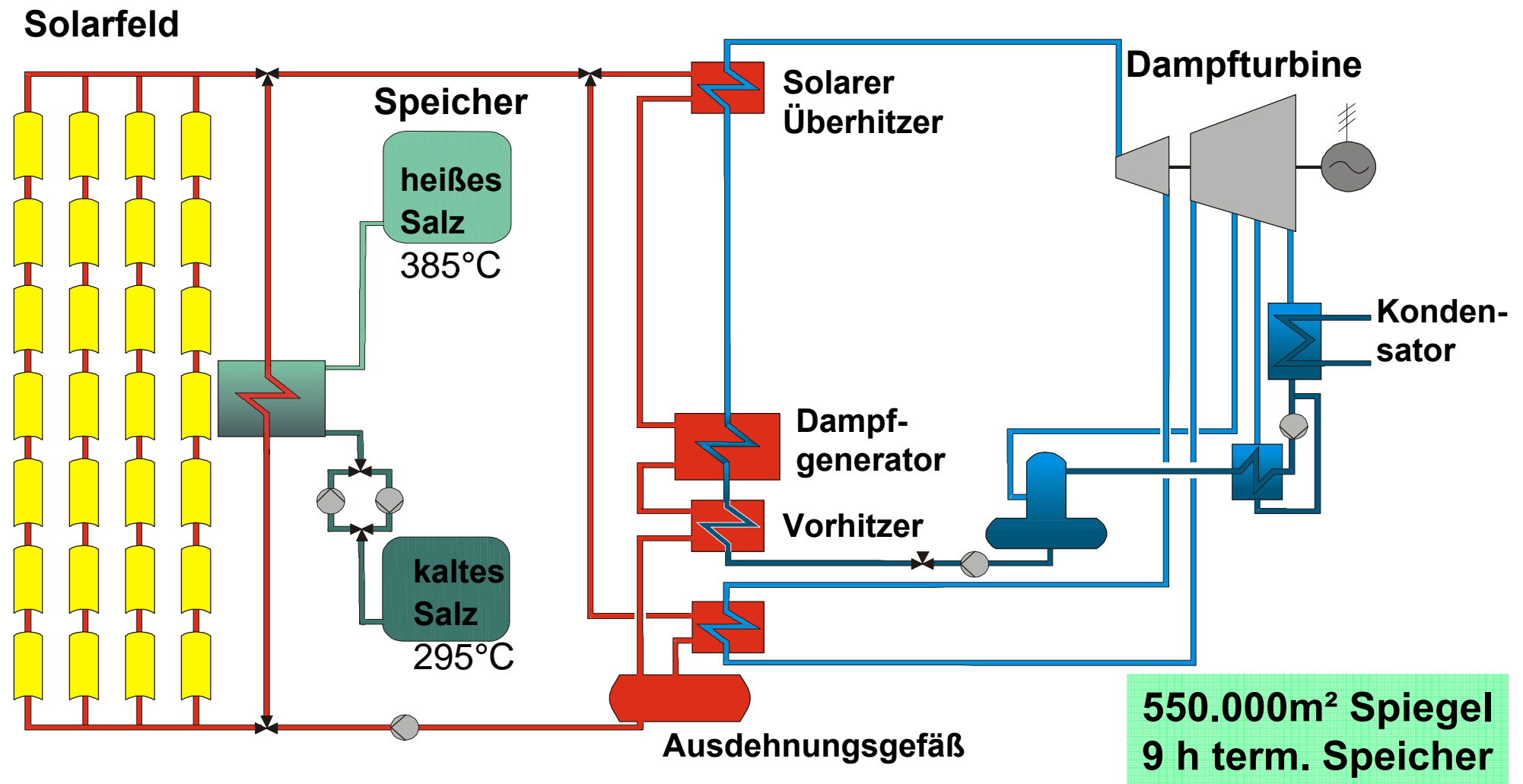
Kraftwerk		AndaSol	EuroSEGS	Solar Tres	PS-10
Technology		EuroTrough	Parabolrinne LS-2 & DS-1	Turm Salzschmelze	Turm Wasser/Dampf
Fläche Solarfeld	m ²	549.360	95.880	263.600	89.271
Speicher- kapazität	h	9	0	16	0,9
Turbinen Leistung	MW _{el}	50	15	15	11
Jahres- nutzungsgrad	%	41	15	63	22
Investitions- kosten	Mio. €	183	45	84	28

Minimalanforderungen

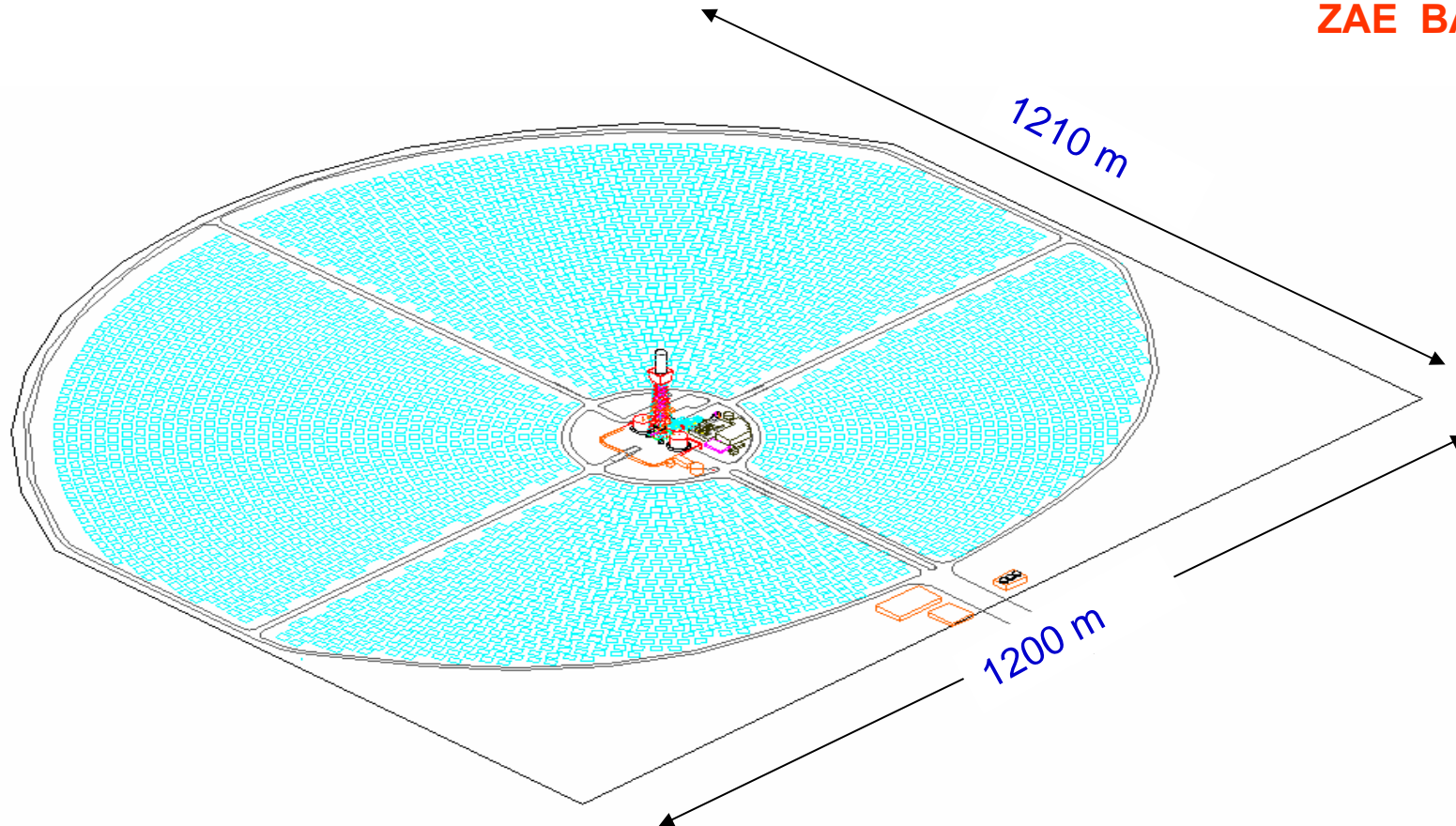
- 90% Effizienz
- 30 Jahre Lebensdauer
- Investitionskosten $< 20 \text{ €/kWh}_{\text{th}}$



Parabolrinnenkraftwerke AndaSol 50 MW_{el}



Turmkraftwerk Solar Tres

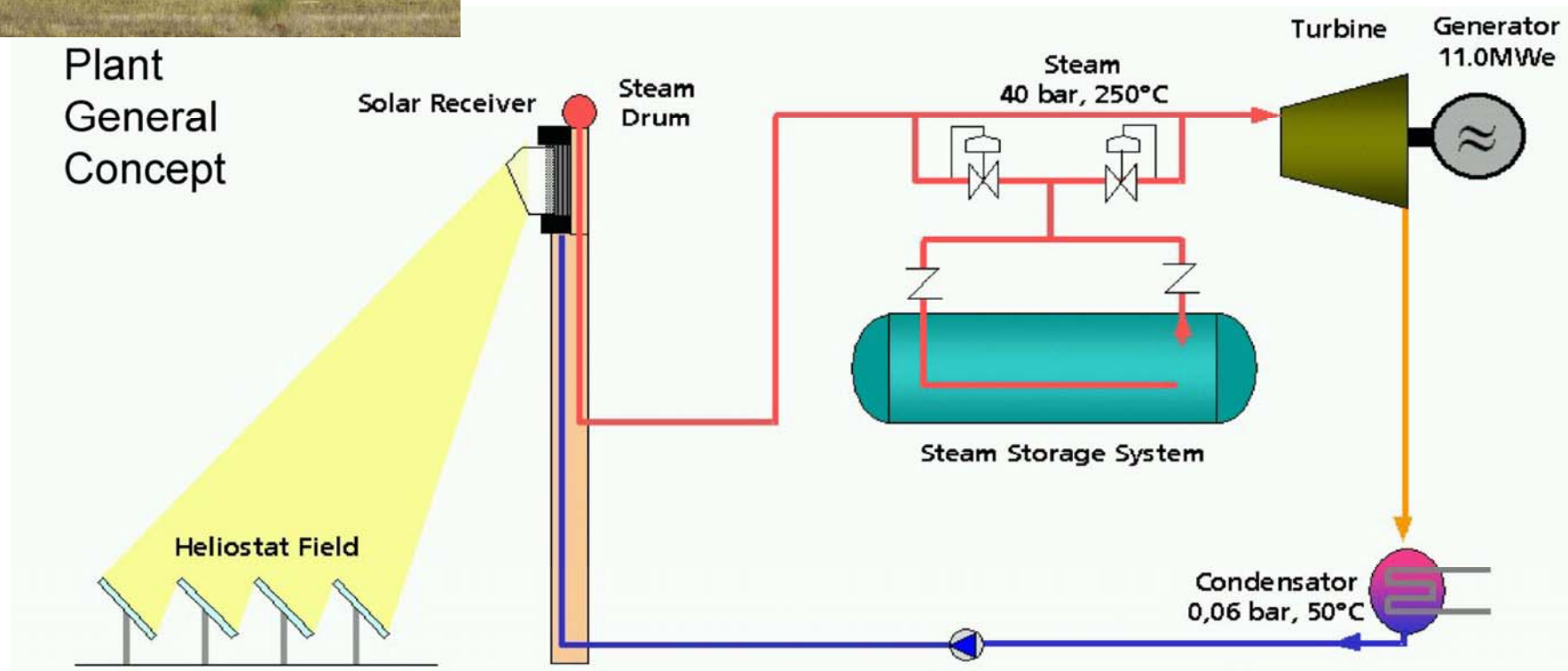


- 15 MW_{el} Leistung
- 16 h thermischer Speicher (6.250 Tonnen Salzschnmelze)
- 24 Stunden/Tag

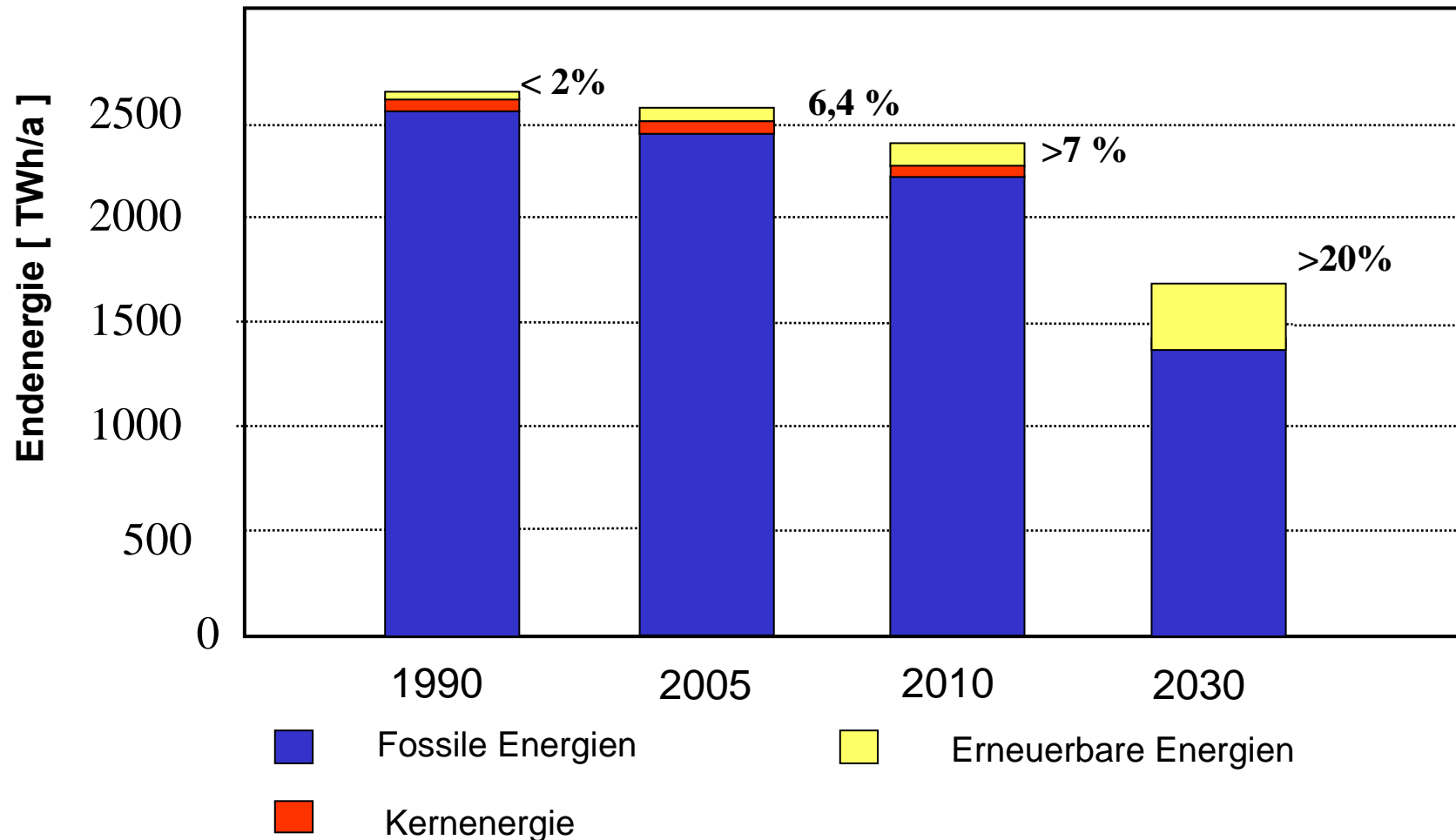
Baustelle PS-10



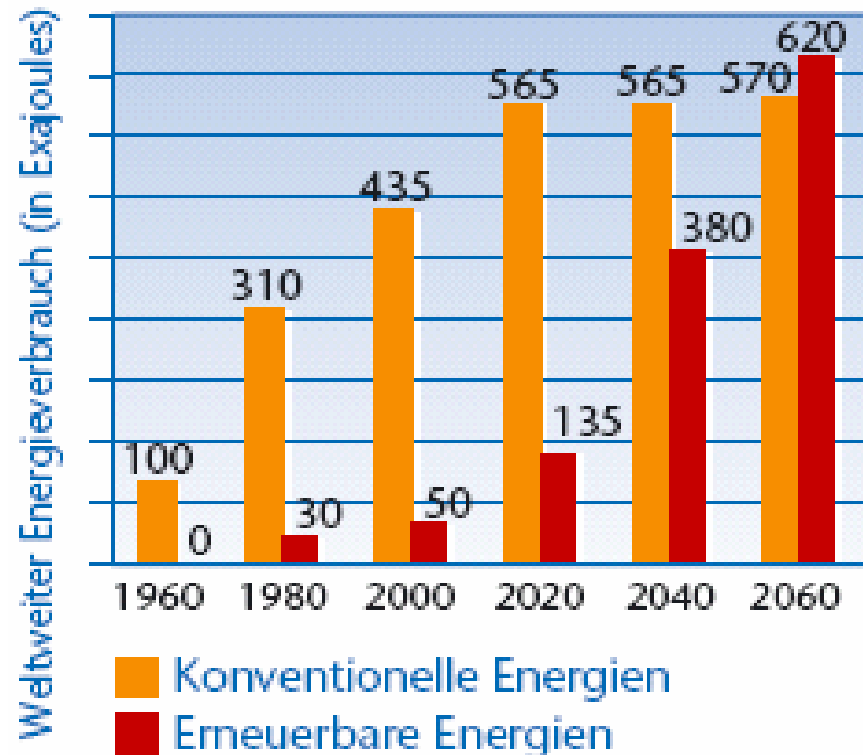
Sattdampfreceiver bei 250 °C
50 min Speicherbetrieb bei 50% Last
Wirkungsgrad = 21%
624 Heliostate 120 m²



BRD-Prognose Endenergie



Entwicklungspotenzial für erneuerbare Energien



2060 wird die
Gesamtleistung aus
erneuerbaren Energien
die konventionelle
Energieerzeugung
übertreffen

Vielen Dank für Ihr Interesse

